

Fasit eksamen Fys1000 vår 2005

Oppgave 1

a)

$$P = \frac{1}{f} \text{ m}^{-1}. \text{ m}^{-1} \text{ i denne sammenheng kalles dioptrier.}$$

b) Linseformelen for tynne linser gir:

$$P = \frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{D},$$

der D er øyets diameter og s er objektavstanden,

$$P_{normal}^{fjern} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{0,02 \text{ m}} = 50 \text{ dioptrier.}$$

c)

$$P_{normal}^{nær} = \frac{1}{0,25 \text{ m}} + \frac{1}{0,02 \text{ m}} = 54 \text{ dioptrier.}$$

d) Øyets styrke i nærpunktet er:

$$P_{\text{øye}}^{nær} = \frac{1}{0,15 \text{ m}} + \frac{1}{0,02 \text{ m}} = 56,7 \text{ dioptrier.}$$

Normal akkomodasjon er 4 dioptrier ($= (1/0,25 + 1/D) - (1/\infty + 1/D) = 4$ dioptrier). Det tilsvarer omtrent akkomodasjon for en voksen person i relativt ung alder. Den er ofte vesentlig større for små barn, og avtar med alderen.

For å flytte øyets nærpunkt (15 cm) til det normale nærpunkt (25 cm) må brillen ha styrken $54 - 56,67 = -2,67$ dioptrier

Siden styrken er negativ (og nærpunktet er nærmere enn normalt) er øyet nærsynt.

e) Når øyet er avslappet har personens øye en styrke på $(56,67 - 4 = 52,67)$ dioptrier. Dette tilsvarer en objektavstand (fjernpunkt) s_{∞} der $1/s_{\infty} = (52,67 - 50) \text{ m}^{-1}$, som gir $s_{\infty} = 1/2,67 = 37 \text{ cm}$.

Oppgave 2

- a) Både de krefter F som virker på en gjenstand og gjenstandens akselerasjon a har retning og er følgelig vektorer. Gjenstandens masse m er ingen vektor. Akselerasjonen til en gjenstand er et resultat av resultantkraften som virker på gjenstanden, derfor må alle krefter som virker summeres.
- b) Vi må da huske definisjonen både for akselerasjon og bevegelsesmengde (*linear momentum*, p):

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \text{ og } \vec{p} = m\vec{v}.$$

Dermed blir Newtons 2. lov:

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = \frac{d\vec{p}}{dt}.$$

- c) Den totale bevegelsesmengde er bevart. Bevegelsesmengden i kulas retning er:

$$p_{\text{før}} = m_{\text{kule}}v_{\text{kule}} = p_{\text{etter}} = (m_{\text{kule}} + m_{\text{kloss}})v_{\text{kloss+kule}},$$
$$v_{\text{kloss+kule}} = \frac{m_{\text{kule}}v_{\text{kule}}}{(m_{\text{kule}} + m_{\text{kloss}})} = \frac{0,005 \text{ kg} \cdot 200 \text{ m/s}}{0,005 \text{ kg} + 0,500 \text{ kg}} = 1,98 \text{ m/s}.$$

- d) Den kinetiske energien til kloss pluss kule vil gå over i potensiell energi i det klossen (med kula sittende inne i seg) svinger oppover etter sammenstøtet:

$$\frac{1}{2}(m_{\text{kule}} + m_{\text{kloss}})v_{\text{kloss+kule}}^2 = (m_{\text{kule}} + m_{\text{kloss}})gh$$
$$\Rightarrow h = \frac{v_{\text{kloss+kule}}^2}{2 \cdot g} = \frac{(1,98 \text{ m/s})^2}{2 \cdot (9,8 \text{ m/s}^2)} = 0,200 \text{ m}.$$

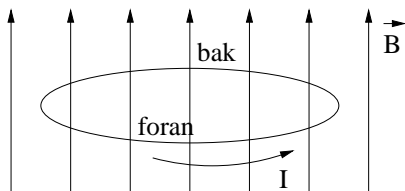
- e) Forskjellen i kinetisk energi før og etter sammenstøtet har gått med til deformasjonsarbeid:

$$K_{\text{før}} = \frac{1}{2}m_{\text{kule}}v_{\text{kule}}^2 = \frac{1}{2}0,005 \text{ kg} \cdot (200 \text{ m/s})^2 = 100 \text{ J}.$$
$$K_{\text{etter}} = \frac{1}{2}(m_{\text{kule}} + m_{\text{kloss}})v_{\text{kule+kloss}}^2 = \frac{1}{2}0,505 \text{ kg} \cdot (1,98 \text{ m/s})^2 = 1,00 \text{ J}.$$

Det aller meste av kulas energi, 99 av 100 J, har gått med til å deformere klossen og kula i sammenstøtet.

Oppgave 3

- a) Sløyfas areal er $A = \pi r^2 = \pi \cdot (0,2/(2\pi))^2 \text{ m}^2 = 3,183 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ og maksimal fluks blir derfor $\Phi = \vec{B} \cdot \vec{A} = 3 \text{ T} \cdot 3,183 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = 9,55 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$.
- b) $\Phi = B \cdot A \cos \theta = 9,55 \cdot 10^{-3} \cos 30^\circ = 8,27 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$.
- c)



Dersom $\theta = 0^\circ$ har vi situasjonen vist i figuren til venstre.

- d) Indusert ems er: $E = -d\Phi/dt = -(-9,55 \cdot 10^{-3} \text{ Vs})/(0,01 \text{ s}) = 0,955 \text{ V}$
 Indusert strøm er: $I = E/R = 0,955 \text{ V}/(1,91\Omega) = 0,500 \text{ A}$.
- e) Vi får samme gjennomsnittsverdi for raten av fluksen ($d\Phi/dt$) gjennom sløyfa om den ble reist på høykant i løpet av 0,01 s som vi får ved å redusere magnetfeltet fra 3 T til 0 T i løpet av samme tid, 0,01 s.

Oppgave 4

- a) Strømkretsen består nå kun av en EMS og to motstander koblet i serie:

$$I = \frac{EMS}{R_i + R} = \frac{12 \text{ V}}{(2 + 10) \Omega} = 1 \text{ A} \text{ og } V_R = I \cdot R = 1 \text{ A} \cdot 10 \Omega = 10 \text{ V}.$$

- b) I det bryter 2 lukkes blir resistansen i kretselementet med kondensatoren null. Dette skyldes at det ikke er noen spenning mellom kondensatorplatene før de har mottatt noen ladning. Siden motstanden R er parallellkoblet med kondensatoren får den ytre kretsen null resistans i dette første øyeblikket og det er derfor kun den indre resistansen i EMSen som har et spenningsfall i kretsen. Totalstrømmen blir da:

$$I = \frac{12 \text{ V}}{2 \Omega} = 6 \text{ A},$$

og hele spenningsfallet over den indre resistansen blir 12V, det samme som spenningsøkningen EMS'en produserer. Det blir da ikke noe spenningsfall over R og derfor heller ingen strøm gjennom den.

- c) Kondensatoren vil fortsette å motta ladning inntil spenningen mellom platene er like stor og motsatt rettet den spenningen den påtrykkes fra kretsen. Da vil det ikke lenger gå strøm i den kretssløyfen der kondensatoren sitter. Dette er samme situasjon som i oppgave a). All strøm går dermed igjennom R, og vi får samme resultat som i oppgave a).

Litt fysikkresonnement ut over det vi krever av studentene: I virkeligheten er enhver konstruksjon av to ledere med et ikke-ledende stoff imellom en kondensator. Bryteren (bryter 2) er altså en kondensator i seg selv så lenge den er åpen. Den er seriekoblet med kondensatoren C , men har mye mindre kapasitans enn denne. Total kapasitans av bryter 2 og kondensator C er derfor tilnærmet lik bryterens kapasitans så lenge denne står åpen.

$$\frac{1}{C_{tot}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C_{bryter}}, \text{ eller:}$$

$$C_{tot} = \frac{C \cdot C_{bryter}}{C + C_{bryter}} = \lim_{C \rightarrow \infty} \frac{C_{bryter}}{1 + C_{bryter}/C} = C_{bryter}.$$

Så lenge bryteren står åpen er altså bryterkondensatoren fullt ladet. Kondensatorplatene i kondensator C har akkurat samme ladning, men denne er liten fordi bryteren har liten kapasitans.

- d) Ved oppnådd likevekt er det en spenning på 10 V over kondensatorplatene. Ladningen på kondensatoren er da:

$$Q = V \cdot C = 10 \text{ V} \cdot 2 \mu\text{F} = 20 \mu\text{C}.$$

- e) Uttrykket for strømmen $I(t)$ gir:

$$I(t) = I_0/2 = I_0 e^{-t/RC} \text{ som gir } t/RC = \ln 2 \Rightarrow t = RC \cdot \ln 2 = 13,9 \mu\text{s}.$$